

#4

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Masaru FUSE :
Serial No. [Not yet assigned] : **Attn: Application Branch**
Filed October 14, 1999 : **Attorney Docket No.**
01413/FP-0452
SYSTEM FOR OPTICALLY TRANSMIT- :
TING FREQUENCY-DIVISION- :
MULTIPLEXED SIGNAL AND :
TRANSMITTER THEREFOR :

JC678 U.S. PTO
09/417541
10/14/99

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant in the above-entitled application hereby claims the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 291691/1998, filed October 14, 1998, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Masaru FUSE

By



Jeffrey Noltan
Registration No. 25,408
Attorney for Applicant

JN/pjm
Washington, D.C. 20006
Telephone (202) 721-8200
October 14, 1999

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEE FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975.

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年10月14日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第291691号

出 願 人

Applicant (s):

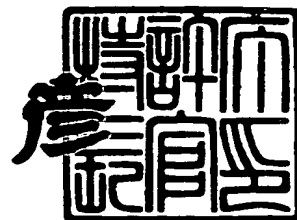
松下電器産業株式会社

JC678 U.S. PTO
09/417541
10/14/99

1999年 9月24日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特平11-3065392

【書類名】 特許願

【整理番号】 2022500402

【提出日】 平成10年10月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 9/00

【発明の名称】 周波数多重信号の光伝送システム

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 布施 優

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 周波数多重信号の光伝送システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数信号が周波数多重されてなる周波数多重信号を光伝送するシステムであって、

複数の信号を、予め定められた互いに異なる周波数の搬送波を用いて周波数多重する多重部と、

前記多重部から出力された周波数多重信号を元信号として、これを周波数変調信号（以下、FM変調信号と呼称する）に変換し、出力するFM変調部と、

前記FM変調部から出力されたFM変調信号を入力し、光周波数スペクトルにおいて光搬送波成分を抑圧した光信号に変換し、送出する光送信部と、

自乗検波特性を有し、前記光送信部から送出された光信号を電気信号であるFM変調信号に再変換し、出力する光受信部と、

前記光受信部から出力されたFM変調信号を復調し、元の周波数多重信号を再生し、出力するFM復調部とを備えることを特徴とする光伝送システム。

【請求項 2】 複数信号が周波数多重されてなる周波数多重信号を光伝送するシステムであって、

複数の信号を、予め定められた互いに異なる周波数の搬送波を用いて周波数多重する多重部と、

前記多重部から出力された周波数多重信号を元信号として、これをFM変調信号に変換し、出力するFM変調部と、

前記FM変調部から出力されたFM変調信号を入力し、当該周波数成分を $2n$ （ n は 1 以上の整数）分周し、出力する分周部と、

前記分周部から出力されたFM変調信号を入力し、光周波数スペクトルにおいて光搬送波成分を抑圧した光信号に変換し、送出する光送信部と、

自乗検波特性を有し、前記光送信部から送出された光信号を電気信号であるFM変調信号に再変換し、出力する光受信部と、

前記光受信部から出力されたFM変調信号を復調し、元の周波数多重信号を再生し、出力するFM復調部とを備えることを特徴とする光伝送システム。

【請求項 3】前記光送信部は、

無変調光を出力する光源と、

マッハツエンダー干渉型の構成を有し、当該入力電圧対出力光電力特性において出力光電力が最も小さくなるようにバイアスされ、前記 FM 変調信号を印加することにより、前記光源から出力された無変調光を変調し、光搬送波成分を抑圧した光信号に変換、出力する光変調部とからなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送システム。

【請求項 4】前記光送信部は、

無変調光を出力する光源と、

前記光源から出力された無変調光を分岐し、出力する光分岐部と、

マッハツエンダー干渉型の構成を有し、当該入力電圧対出力光電力特性において出力光電力が最も大きくなるようにバイアスされ、前記 FM 変調信号を印加することにより、前記光分岐部から出力された一方の無変調光を変調し、光信号に変換、出力する光変調部と、

前記光変調部から出力された光信号と、前記光分岐部から出力されたもう一方の無変調光を結合し、光搬送波成分を抑圧した光信号を出力する光結合部とからなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光伝送システム。

【請求項 5】前記光分岐部と前記光結合部の間に挿入され、

前記光分岐部から出力されたもう一方の無変調光に関して、前記光変調部から出力された光信号の光搬送波成分に対して逆相になるように、当該伝搬遅延量を調整し、出力する光遅延部をさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の光伝送システム。

【請求項 6】前記光送信部の前段に挿入され、

前記 FM 変調信号の振幅が一定になるように調整した後、出力する振幅制御部をさらに備えることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の光伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝送システムに関し、より特定のには、複数の信号の周波数多重信号を光伝送するシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】

図11は、周波数多重信号を伝送する、従来の光伝送システムの構成の一例を示したブロック図である。図11において、この光伝送システムは、多重部1100と、FM変調部1101と、光送信部1104と、光受信部1106と、FM復調部1107とを備え、伝送部1102が、前記FM変調部1101と前記光送信部1104を、光伝送部1105が、前記光送信部1104と前記光受信部1106とを、それぞれ連結している。

【0003】

上記のように構成された従来の光伝送システムについて、その動作について説明する。多重部1000は、予め定められた互いに異なる周波数の搬送波を有する複数の信号を周波数多重し、出力する。FM変調部1101は、この周波数多重信号を元信号として、これを所定の周波数偏移量を有する周波数変調信号（以下、FM変調信号と呼称する）に変換し、出力する。光送信部1104は、伝送部1102を介して伝送されてきたFM変調信号を光信号に変換し、送出する。光受信部1106は、光伝送部1106を介して伝送されてきた光信号を電気信号であるFM変調信号に再変換し、出力する。FM復調部1107は、このFM変調信号を復調し、元の周波数多重信号を再生、出力する。

【0004】

以上の構成の光伝送システムについては、文献（K.Kikushima, et al, "Optical Super Wide-Band FM Modulation Scheme and Its Application to Muti-Channel AM Video Transmission Systems", I00C'95 Technical Digest, Vol.5 PD2-7, pp.33-34）等に詳細な記載がなされている。この光伝送システムは、周波数多重信号を一旦FM変調信号に変換し、光伝送した後、これを復調して元の周波数多重信号を再生する構成により、FM伝送におけるFM利得を利用して、復調信号（周波数多重信号）のSNR（信号対雑音電力比）を改善し、良好な品質の信号伝送を行うことができるという特徴を有している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、伝送すべき周波数多重信号を一旦FM変調信号に変換し、光伝送した後、復調して元の周波数多重信号を再生する従来の光伝送システムは、光ファイバを用いた高品質な多チャンネル信号伝送を実現することができる。

【0006】

しかしながら、上記のようなFM変調信号の光伝送システムにおいては、FM変調信号の性質や、光ファイバ伝送路の非線形性に起因して、以下のような特有の問題がある。

【0007】

FM変調方式は、周波数偏移量を増大させることによって、より大きなFM利得を実現し、振幅変調等の他の変調形式に比較してより高品質の信号伝送を可能にするが、その一方で、周波数偏移量の増大と共に、より広い信号帯域を必要とする。さらに、FM変調方式では、電気伝送路等の群遅延特性（周波数に依存して伝搬遅延量が異なる性質）の影響を受けて直線歪を生じ易いため、充分留意した伝送路設計を行う必要があるが、信号帯域が広帯域化すればする程、当該帯域内に亘り群遅延偏差を充分抑圧することは困難になる。

【0008】

一般的な光変調形式では、光信号の光周波数スペクトルは、図12に示すように、急峻な（狭スペクトル幅の）光搬送波成分と、上下側波帯成分から構成される。上下側波帯は、変調信号の周波数スペクトルと相似の形を成すため、FM変調信号のような広帯域信号を変調信号として用いると、光周波数スペクトルもまた広帯域化して光ファイバの波長分散（波長に依存して伝搬遅延量が異なる性質）の影響を受けやすくなり、これが光搬送波成分と作用することによって、FM変調信号の高調波歪を発生させ、伝送信号波形を劣化させる。

【0009】

以上のように、従来の光伝送システムでは、FM変調信号の広帯域性に起因して、伝送信号の品質が劣化するという特有の問題がある。

【0010】

それ故に、本発明の目的は、FM変調信号の狭帯域化と、周波数偏移量の増大とを両立させ、品質の良好な信号伝送を実現できる光伝送システムを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

第1の発明は、複数信号が周波数多重されてなる周波数多重信号を光伝送するシステムであって、

複数の信号を、予め定められた互いに異なる周波数の搬送波を用いて周波数多重する多重部と、

多重部から出力された周波数多重信号を元信号として、これをFM変調信号に変換し、出力するFM変調部と、

FM変調部から出力されたFM変調信号を入力し、光周波数スペクトルにおいて光搬送波成分を抑圧した光信号に変換し、送出する光送信部と、

自乗検波特性を有し、光送信部から送出された光信号を電気信号であるFM変調信号に再変換し、出力する光受信部と、

光受信部から出力されたFM変調信号を復調し、元の周波数多重信号を再生し、出力するFM復調部とを備える。

【0012】

第2の発明は、複数信号が周波数多重されてなる周波数多重信号を光伝送するシステムであって、

複数の信号を、予め定められた互いに異なる周波数の搬送波を用いて周波数多重する多重部と、

多重部から出力された周波数多重信号を元信号として、これをFM変調信号に変換し、出力するFM変調部と、

FM変調部から出力されたFM変調信号を入力し、当該周波数成分を $2n$ (n は、1以上の整数) 分周し、出力する分周部と、

分周部から出力されたFM変調信号を入力し、光周波数スペクトルにおいて光搬送波成分を抑圧した光信号に変換し、送出する光送信部と、

自乗検波特性を有し、光送信部から送出された光信号を電気信号であるFM変

調信号に再変換し、出力する光受信部と、

光受信部から出力された FM 変調信号を復調し、元の周波数多重信号を再生し、出力する FM 復調部とを備える。

【0013】

第 3 の発明は、前記第 1 の発明および第 2 の発明において、

前記光送信部が、

無変調光を出力する光源と、

マッハツエンダー干渉型の構成を有し、当該入力電圧対出力光電力特性において出力光電力が最も小さくなるようにバイアスされ、FM 変調信号を印加することにより、光源から出力された無変調光を変調し、光搬送波成分を抑圧した光信号に変換、出力する光変調部とからなる。

【0014】

第 4 の発明は、前記第 1 の発明および第 2 の発明において、

前記光送信部が、

無変調光を出力する光源と、

光源から出力された無変調光を分岐し、出力する光分岐部と、

マッハツエンダー干渉型の構成を有し、当該入力電圧対出力光電力特性において出力光電力が最も大きくなるようにバイアスされ、FM 変調信号を印加することにより、光分岐部から出力された一方の無変調光を変調し、光信号に変換、出力する光変調部と、

光変調部から出力された光信号と、光分岐部から出力されたもう一方の無変調光を結合し、光搬送波成分を抑圧した光信号を出力する光結合部とからなる。

【0015】

第 5 の発明は、前記第 4 の発明において、

光分岐部と光結合部の間に挿入され、

光分岐部から出力されたもう一方の無変調光に関して、光変調部から出力された光信号の光搬送波成分に対して逆相になるように、当該伝搬遅延量を調整し、出力する光遅延部をさらに備える。

【0016】

第6の発明は、前記第1～第5の発明において、
光送信部の前段に挿入され、
FM変調信号の振幅が一定になるように調整した後、出力する振幅制御部をさらに備える。

【0017】

【発明の実施の形態】

(実施の形態1)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る周波数多重信号の光伝送システムの構成を示すブロック図である。図1において、本実施形態の光伝送システムは、多重部100と、FM変調部101と、光源103と、光変調部104と、光受信部106と、FM復調部107とを備え、伝送部102が、前記FM変調部101と前記光変調部104を、光伝送部105が、前記光変調部104と前記光受信部106とを、それぞれ連結している。

【0018】

次に、図1に示す実施形態の動作を説明する。多重部100は、予め定められた互いに異なる周波数の搬送波を有する複数の信号を周波数多重し、出力する。FM変調部101は、この周波数多重信号を元信号として、図2(a)に示すような周波数スペクトル（搬送波周波数： f_c 、周波数偏移量： ΔF ）を有するFM変調信号に変換し、出力する。光源103は、無変調光を出力する。光変調部104は、伝送部102を介して伝送されてきたFM変調信号によって、前記光源からの無変調光を変調し、当該光搬送波成分を抑圧した光信号を出力する。ここで、光変調部104は、例えばマッハツエンダー干渉型の構成を有し、図3に示すような当該入力電圧対出力光電力特性において、最も出力光電力の小さくなる「谷」部分にバイアスされ、この点（電圧）を中心としてFM変調信号を印加することによって、図3(b)に示すような光搬送波成分を抑圧した光周波数スペクトルを有する光信号を生成する。光受信部106は、光伝送部105を介して伝送されてきた光信号を自乗検波し、図2(c)に示すような周波数スペクトル（搬送波周波数： $2f_c$ 、周波数偏移量： $2\Delta F$ ）を有するFM変調信号に再変換し、出力する。FM復調部107は、このFM変調信号を復調し、元の周波

数多重信号を再生、出力する。

【0019】

FM変調方式では、周波数偏移量を増大させることによってFM利得を高め、復調信号の雑音特性(SNR)を向上させることができる。その一方で、周波数偏移量の増大は、FM変調信号のスペクトル帯域幅を拡大し、より広い伝送帯域を必要とする。FM変調信号は、当該帯域内における伝送路の群遅延特性の影響を受けて直線歪を生じ易いため、FM変調信号の広帯域化は、波形歪を増大させる。即ち、FM変調信号の伝送において、当該周波数偏移量は、雑音特性と波形歪の両観点においてトレードオフの関係を有しており、最適設計が難しい。

【0020】

図1の光伝送システムでは、FM変調信号を、光搬送波を抑圧した光信号に変換し、光伝送後、これを自乗検波することにより、元のFM変調信号に対し2倍の周波数偏移量(または信号帯域)を有するFM変調信号を取り出す。即ち、FM変調部101から出力するFM変調信号の周波数偏移量は、FM復調時において所定のFM利得を得るために本来必要な周波数偏移量に対して半分に設定する。これにより、所定のFM利得を確保しながら、送信側におけるFM変調信号の帯域を半減させ、伝送部102等の群遅延特性による直線歪を軽減する。さらに、光信号の光搬送波レベルを抑圧することにより、光ファイバ伝送路の波長分散特性による波形劣化を抑圧する。以上のように、本実施形態の光伝送システムは、品質の良好な信号伝送を実現し、あるいは、伝送路の設計を容易としてシステムの低コスト化を実現することができる。

【0021】

(実施の形態2)

図4は、本発明の第2の実施形態に係るFM変調信号の光伝送システムの構成を示すブロック図である。図4において、本実施形態の光伝送システムは、多重部100と、FM変調部101と、光源103と、光変調部104と、光受信部106と、FM復調部107と、分周部408とを備え、伝送部102が、前記分周部408と前記光変調部104を、光伝送部105が、前記光変調部104と前記光受信部106とを、それぞれ連結しており、前述の第1の実施形態に対

して、分周部 408 を新たに備える点が異なっている。そのため、第 1 の実施形態と同様の働きをするものに関しては、同一の番号を付してその説明を簡略し、第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0022】

前述の第 1 の実施形態では、FM 変調部 101 から出力された FM 変調信号を、そのまま光変調部 104 に印加したが、本実施形態では、分周部 408 が、FM 変調信号の当該全ての周波数成分を $2n$ (n は、1 以上の整数) 分周した後、光変調部 104 に出力する。

【0023】

FM 変調方式では、FM 変調信号を発生させる発信源に周波数ゆらぎ（これは、“位相雑音” と呼ばれる）があると、FM 復調時においてこれが強度雑音に変換され、復調信号の雑音特性を劣化させる。

【0024】

図 4 の光伝送システムでは、FM 復調時において所定の FM 利得を得るために本来必要な周波数偏移量に対して、これと同等もしくはそれ以上の周波数偏移量を有した FM 変調信号を発生させ、これを分周した後、光信号に変換し、伝送することにより、受信側で取り出される FM 変調信号の位相雑音を低減する。例えば、図 5 に当該周波数スペクトルを示すように、FM 復調における所要の周波数偏移量 ΔF に対して同一の周波数偏移量 ΔF を有する FM 変調信号（位相雑音： $\Delta \nu$ ）を予め発生させ、これを 2 分周した後、光搬送波を抑圧した光信号に変換・伝送し、自乗検波することにより、元の FM 変調信号と同等の位相雑音 $\Delta \nu$ を有する FM 変調信号を取り出す。さらに、図 6 に示すように、FM 復調における所要の周波数偏移量 ΔF に対して 2 倍の周波数偏移量 $2 \times \Delta F$ を有する FM 変調信号（位相雑音： $\Delta \nu$ ）を予め発生させ、これを 4 分周した後、光信号に変換・伝送し、自乗検波することにより、元の FM 変調信号に対して位相雑音を半減させた（位相雑音： $1/2 \times \Delta \nu$ ）FM 変調信号を取り出す。以上のように、本実施形態の光伝送システムは、より品質の良好な信号伝送を実現することができる。

【0025】

（実施の形態 3）

図7は、本発明の第3の実施形態に係るFM変調信号の光伝送システムの構成を示すブロック図である。図7において、本実施形態の光伝送システムは、多重部100と、FM変調部101と、光源103と、光変調部104と、光受信部106と、FM復調部107と、振幅制御部709とを備え、伝送部102が、前記振幅制御部709と前記光変調部104を、光伝送部105が、前記光変調部104と前記光受信部106とを、それぞれ連結しており、前述の第1の実施形態に対して、振幅制御部709を新たに備える点が異なっている。そのため、第1の実施形態と同様の働きをするものに関しては、同一の番号を付してその説明を簡略し、第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0026】

前述の第1の実施形態では、FM変調部101から出力されたFM変調信号を、そのまま光変調部104に印加したが、本実施形態では、振幅制御部709が、FM変調信号の振幅変動を取り除き、当該振幅が常に一定になるように調整した後、光変調部104に出力する。

【0027】

以上のように、図7の光伝送システムでは、光変調部104に印加するFM変調信号の振幅を常に一定に保つ構成により、光変調部104に使用される光変調器の電気・光変換特性における非線形性の影響や、FM復調部107のFM復調動作における信号品質劣化を防ぎ、より品質の良好な信号伝送を実現することができる。

【0028】

(実施の形態4)

図8は、本発明の第4の実施形態に係るFM変調信号の光伝送システムの構成を示すブロック図である。図8において、本実施形態の光伝送システムは、多重部100と、FM変調部101と、光源103と、光受信部106と、FM復調部107と、光変調部804と、光分岐部810と、光結合物811と、光遅延調整部812とを備え、伝送部102が、前記FM変調部09と前記光変調部104を、光伝送部105が、前記光結合物811と前記光受信部106とを、それぞれ連結しており、前述の第1の実施形態に対して、光分岐部810と光結

部 811 とを新たに備える点が異なっており、さらに光変調部 804 の光変調動作に関する条件が前記光変調部 104 と異なる。そのため、第 1 の実施形態と同様の働きをするものに関しては、同一の番号を付してその説明を簡略し、第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

【0029】

前述の第 1 の実施形態では、既述のように、光変調部 104 は、当該入力電圧対出力光電力特性における「谷」部分にバイアスすることによって、光搬送波を抑圧した光信号を生成したが、本実施形態では、光変調部 804 は、図 9 に示すように、当該入力電圧対出力光電力特性において最も出力光電力の大きくなる「頂」部分にバイアスされ、この電圧を中心として FM 変調信号を印加することによって、図 10 (a) に示すような光周波数スペクトルを有した光信号を生成する。光分岐部 810 は、光源 103 から出力された、図 10 (b) に示す周波数スペクトルの無変調光を 2 分岐する。分岐された一方の光は、光変調部 804 へ入力されて光信号に変換され、他方の光は、光遅延調整部 812 を介して光結合部 811 へ入力され、光変調部 804 からの光信号と合波される。光遅延調整部 812 は、当該無変調光の伝搬遅延量を制御し、光変調部 804 からの光信号に対して正しく逆相になるように当該位相関係を調整し、光結合部 811 において、光変調部 804 からの光信号の光搬送波成分を相殺し、図 10 (c) に示すような光搬送波成分を抑圧した光周波数スペクトルを有する光信号を生成する。

【0030】

以上のように、図 8 の光伝送システムでは、光源 103 からの無変調光を分岐して、その一方を用いて、光変調部 804 からの光信号が有する光搬送波成分を相殺、抑圧する構成により、より柔軟な構成で、品質の良好な信号伝送を実現することができる。

【0031】

なお、第 4 の実施形態において、光遅延調整部 812 は、光分岐部 810 から直接に光結合部 811 に至る経路に挿入されたが、必要に応じて、光分岐部 810 から光変調部 804 を介して光結合部 811 に至る経路に挿入されても良いし、両方の経路に同時に挿入されても良い。また、共に省略されても良い。

【0032】

また、第4の実施形態において説明した、光変調部804の光変調動作に関する条件の変更や、それに伴う構成の変更および追加（光分岐部810、光結合部811、光遅延調整部812）は、第1の実施形態のみならず、その他の実施形態に対しても適用可能であり、その場合も全く同様の効果を得ることが可能となる。

【0033】

【発明の効果】

FM変調信号を光伝送する場合、当該周波数偏移量を大きくして広帯域化すればする程、FM利得を上昇させ、信号品質を向上させることができるが、その一方で、信号帯域の広帯域化は、電気伝送路の群遅延特性の影響を受けて直線歪を生じ易くし、あるいは、光伝送路の波長分散特性の影響を受け、これが光搬送波成分と作用することによって高調波歪を発生し、伝送信号品質を劣化させる。そこで、上記第1の発明では、FM変調信号を、光搬送波成分を抑圧した光信号に変換して光伝送し、自乗検波特性を有する受光素子等で検波し、元のFM変調信号に対して2倍の周波数偏移量を有するFM変調信号に再変換する。これにより、FM復調に供されるFM変調信号としては、十分なFM利得を得られるだけの大きな周波数偏移量を確保しながら、光送信側におけるFM変調信号の信号帯域を狭帯域化し（半減させ）、電気伝送路における群遅延特性や、光伝送路の波長分散特性による波形劣化を防ぎ、品質の良好な信号伝送を実現することが可能となる。

【0034】

FM変調信号の生成に用いる発振源が周波数ゆらぎ（これは、“位相雑音”と呼ばれる）を有すると、復調時において強度雑音に変換され、復調信号品質を劣化させる。そこで、上記第2の発明では、FM利得を得るために必要な周波数偏移量に対して、予め大きな周波数偏移量を有するFM変調信号を生成し、これを分周した後、光伝送する。これにより、FM変調信号生成用の発振源の位相雑音の大きさに関わらず、光伝送およびFM復調に供されるFM変調信号の位相雑音を低減し、より品質の良好な信号伝送を実現することが可能となる。

【0035】

上記第3の発明では、前記第1の発明および第2の発明において、光変調器としてマッハツエンダー干渉型の外部光変調器を使用し、正弦波状の周期性を有する入力電圧対出力光電力特性において、最も出力光電力の小さくなる「谷」部分を中心に変調信号（FM変調信号）を印加し、光搬送波成分を抑圧した光信号を生成する。これにより、光伝送路の波長分散特性による波形劣化を防ぎ、さらに、この光信号を自乗検波することによって、FM変調信号の周波数偏移量を倍増させ、品質の良好な信号伝送を実現することが可能となる。

【0036】

上記第4の発明では、前記第1の発明および第2の発明において、光変調器としてマッハツエンダー干渉型の外部光変調器を使用し、正弦波状の周期性を有する入力電圧対出力光電力特性において、最も出力光電力の大きくなる「頂」部分を中心に変調信号（FM変調信号）を印加して光信号を生成すると共に、当該光搬送波成分に対して逆相となる無変調光を合波して、光搬送波成分を相殺、抑圧した光信号を生成する。これにより、光伝送路の波長分散特性による波形劣化を防ぎ、さらに、この光信号を自乗検波することによって、FM変調信号の周波数偏移量を倍増させ、品質の良好な信号伝送を実現することが可能となる。

【0037】

上記第5の発明では、前記第4の発明において、光分岐部から出力されたもう一方の無変調光の位相を最適に制御し、光変調器から出力された光信号の光搬送波成分に対してより正確に逆相になるように調整した後、これらを合波し、より効率良く光搬送波成分を抑圧した光信号を生成する。これにより、光伝送路の波長分散特性による波形劣化を防ぎ、さらに、この光信号を自乗検波することによって、FM変調信号の周波数偏移量を倍増させ、品質の良好な信号伝送を実現することが可能となる。

【0038】

上記第6の発明では、前記第1～第5の発明において、FM変調信号の振幅変動を除去した後、光変調に供する。これにより、光変調器の電気・光変換特性における非線形性の影響を受けることなく、またFM復調時における雑音発生等の

信号品質劣化を防ぎ、より品質の良好な信号伝送を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図 2】

図 1 の光伝送システムにおける各信号の周波数スペクトルを説明する模式図

【図 3】

図 1 の光伝送システムにおける光変調部の光変調動作を説明する模式図

【図 4】

本発明の第 2 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図 5】

図 4 の光伝送システムにおける分周部の動作および効果を説明する模式図

【図 6】

図 4 の光伝送システムにおける分周部の動作および効果を説明する別の模式図

【図 7】

本発明の第 3 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図 8】

本発明の第 4 の実施形態に係る光伝送システムの構成を示すブロック図

【図 9】

図 8 の光伝送システムにおける各信号の周波数スペクトルを説明する模式図

【図 10】

図 8 の光伝送システムにおける光変調部の光変調動作を説明する模式図

【図 11】

従来の光伝送システムの構成を示すブロック図

【図 12】

図 11 の光伝送システムにおける各信号の周波数スペクトルを説明する模式図

【符号の説明】

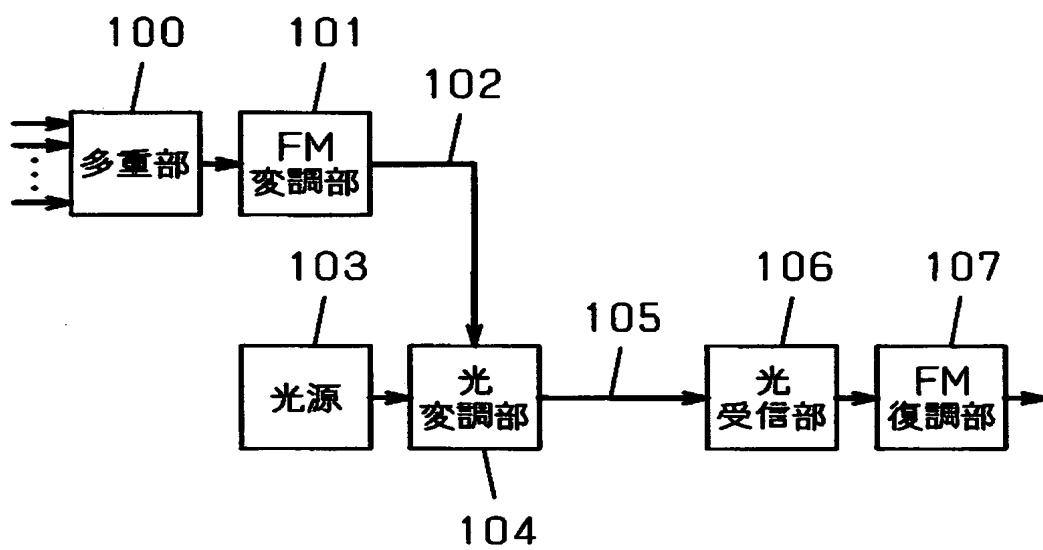
101 FM変調部

102 伝送部

- 1 0 3 光源
- 1 0 4 光変調部
- 1 0 5 光伝送部
- 1 0 6 光受信部
- 1 0 7 FM復調部
- 4 0 8 分周部
- 7 0 9 振幅制御部
- 8 1 0 光分岐部
- 8 1 1 光結合部
- 8 1 2 光遅延調整部

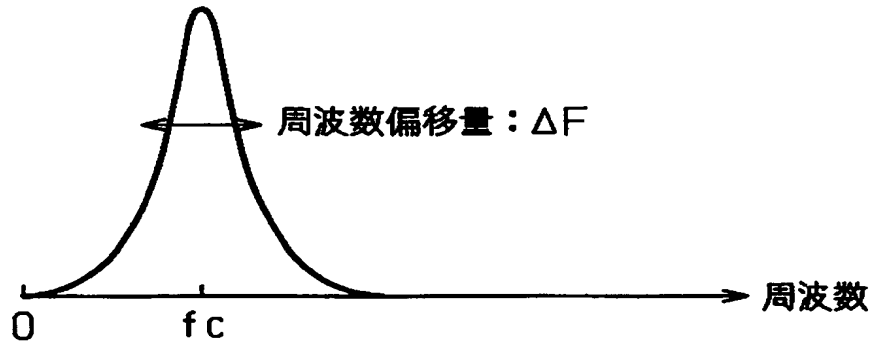
【書類名】 図面

【図 1】

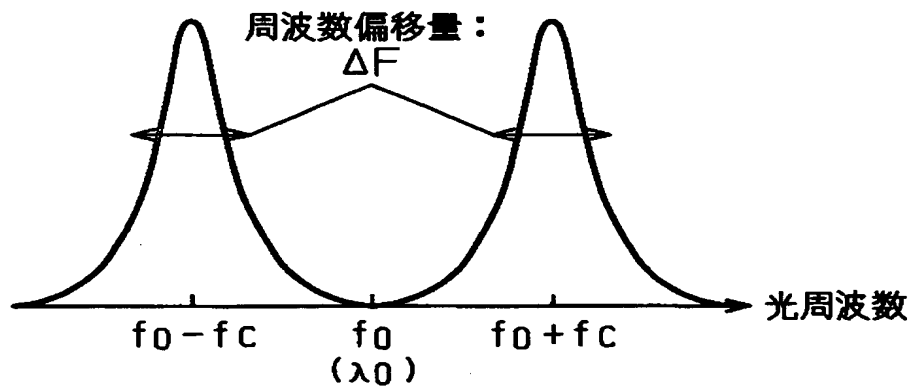


【図2】

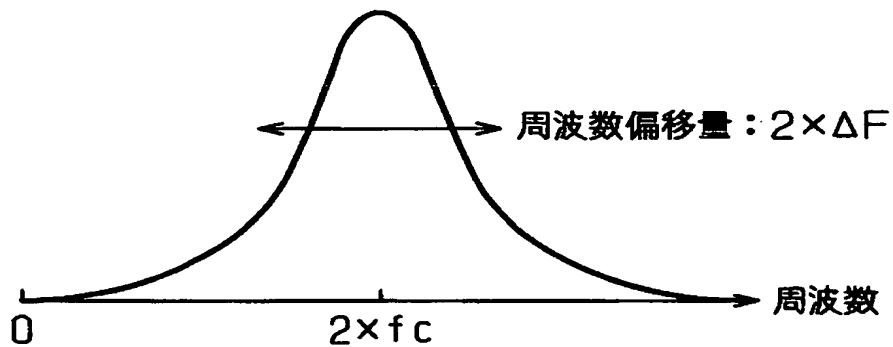
(a) FM変調信号スペクトル (FM変調部・出力信号)



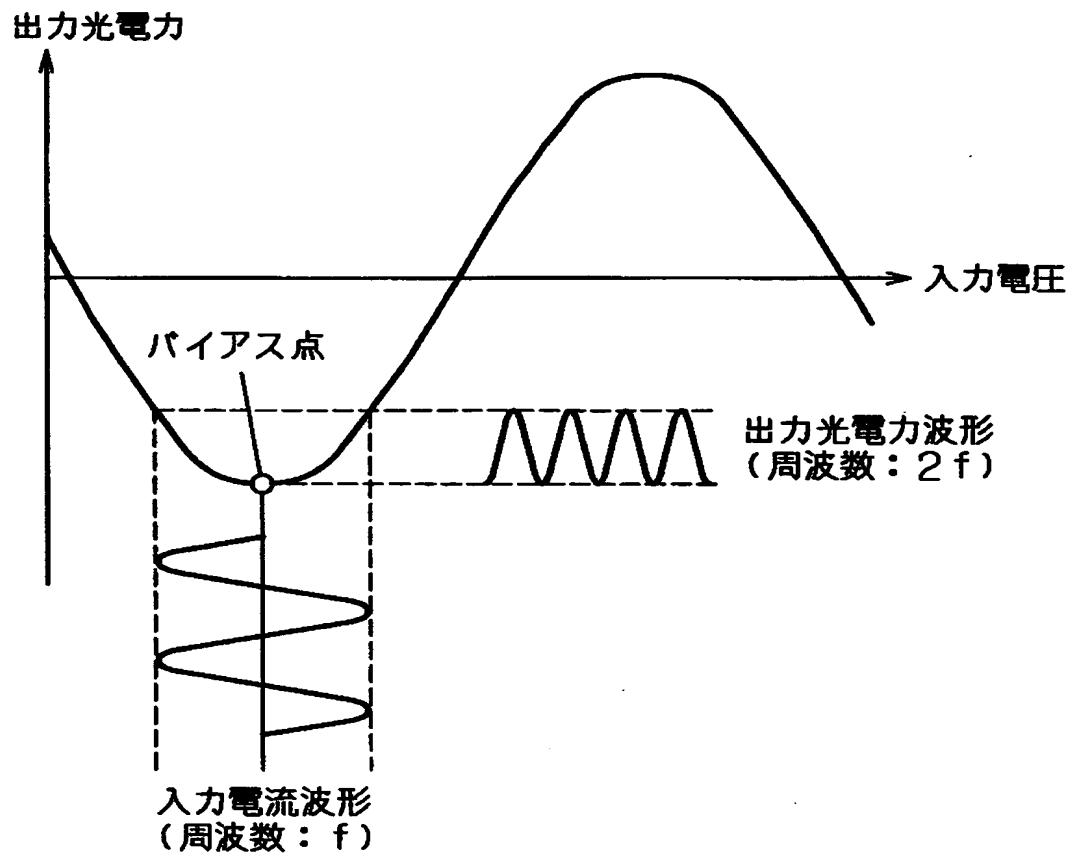
(b) 光信号スペクトル (光変調部・出力信号)



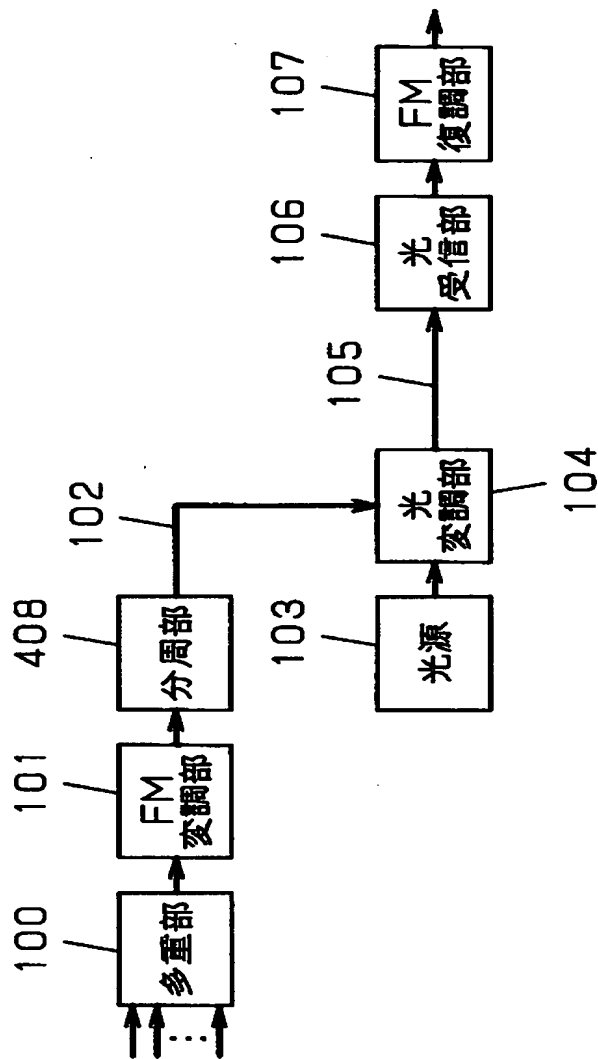
(c) FM変調信号スペクトル (光受信部・出力信号)



【図3】

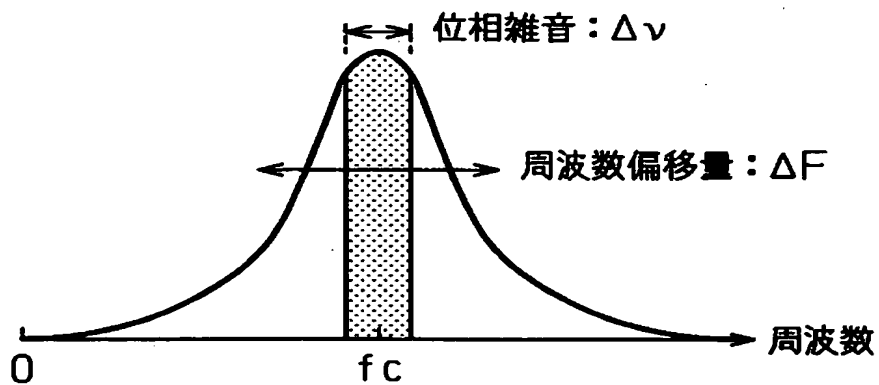


【図4】

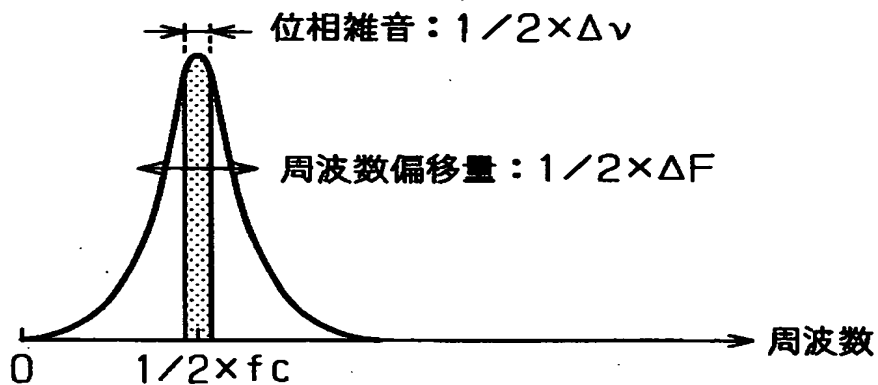


【図5】

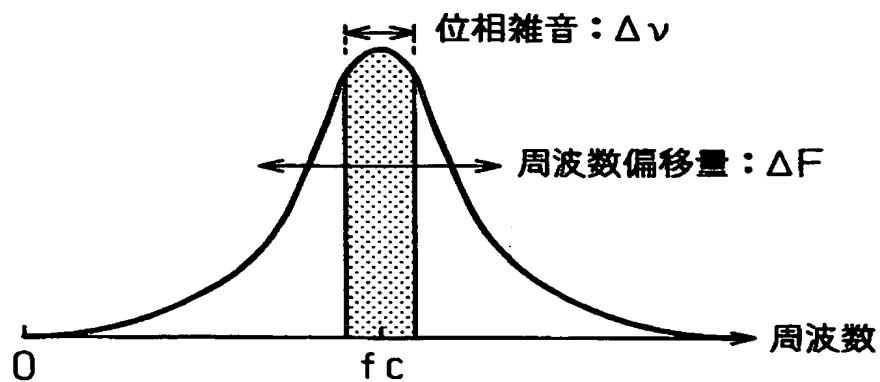
(a) FM変調信号部・出力信号



(b) 分周部・出力信号

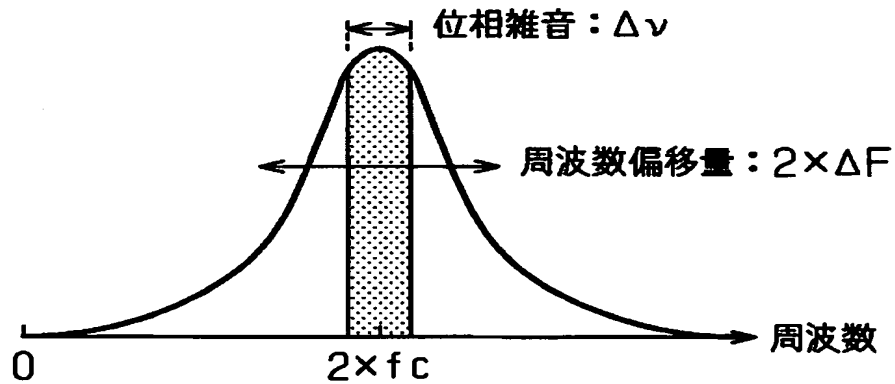


(c) 光受信部・出力信号

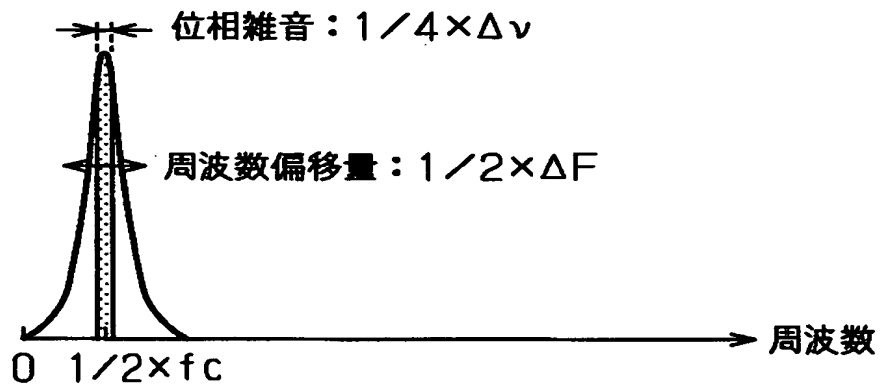


【図 6】

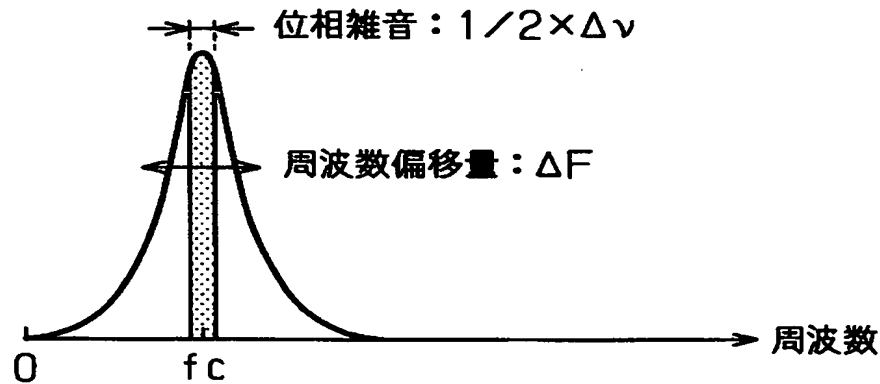
(a) FM 変調信号部・出力信号



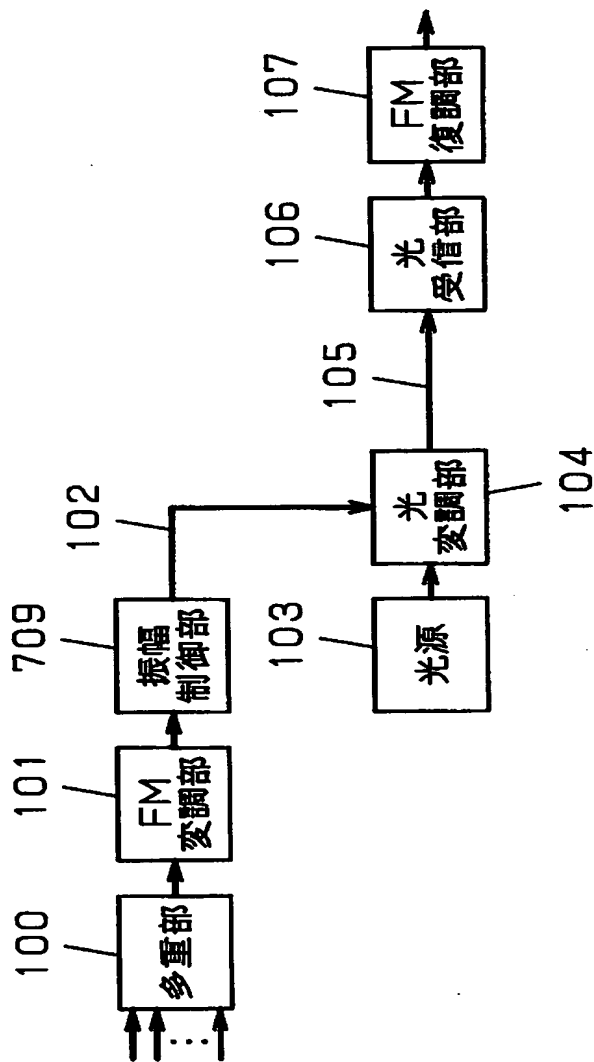
(b) 分周部・出力信号



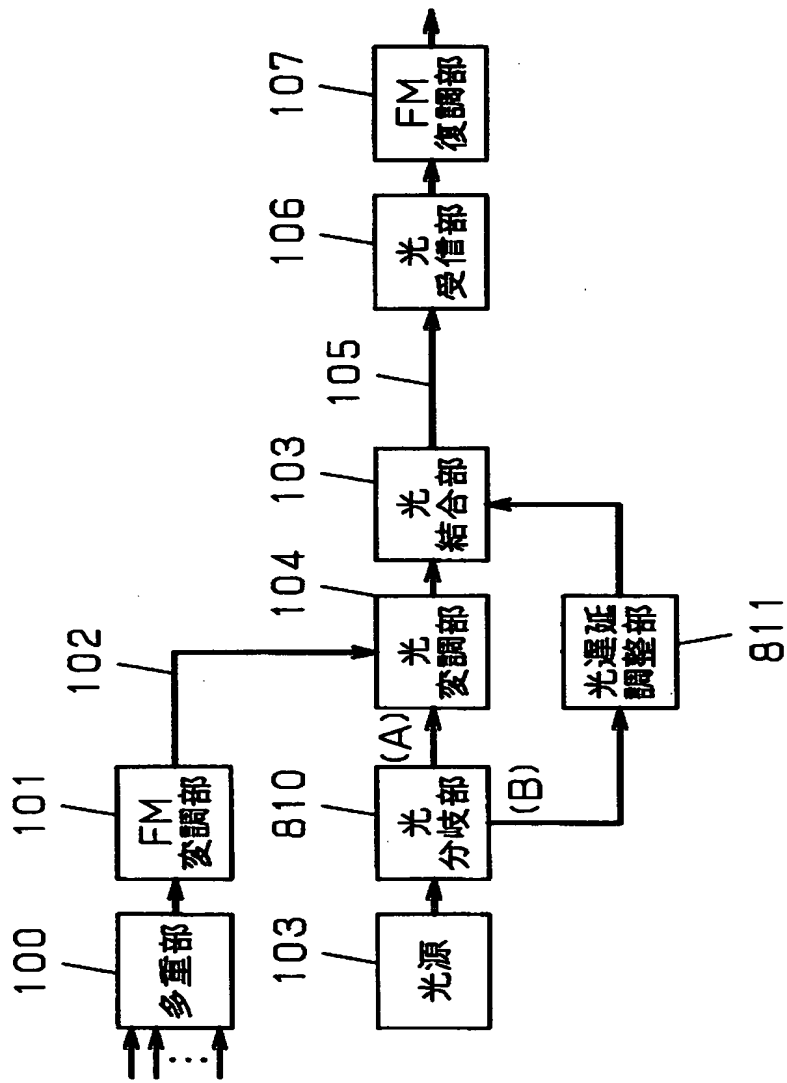
(c) 光受信部・出力信号



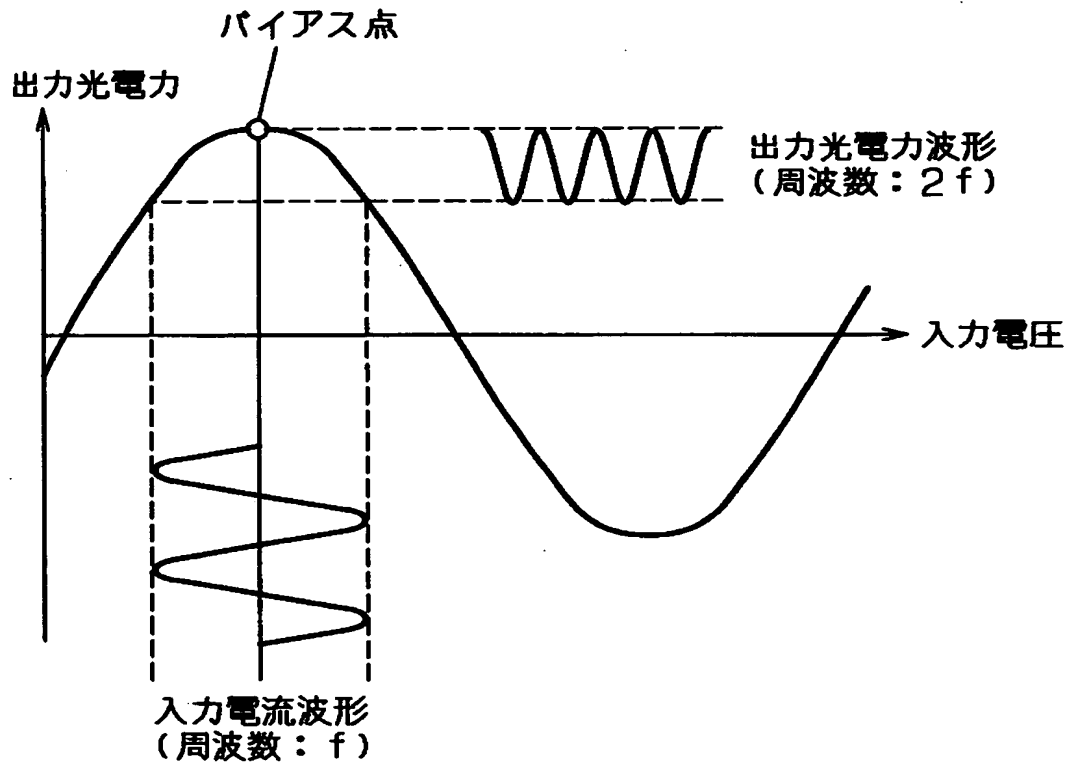
【図 7】



【図 8】

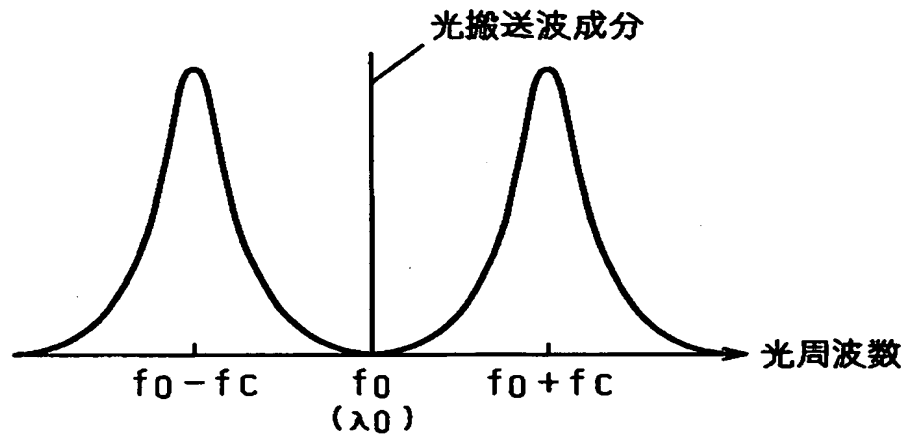


【図9】

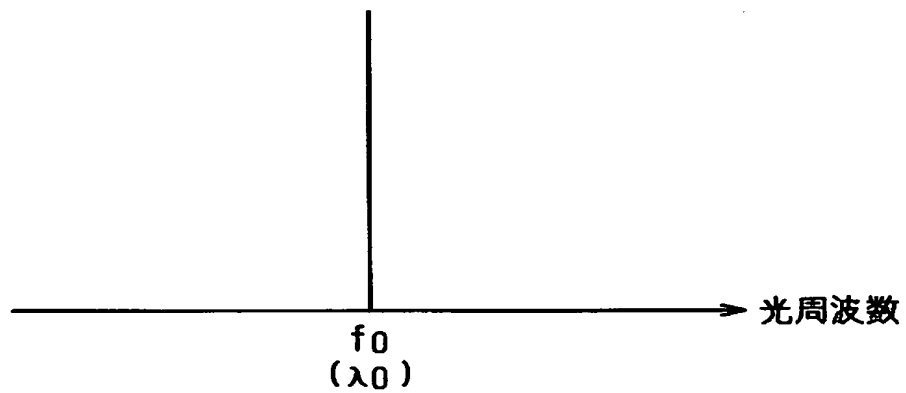


【図 10】

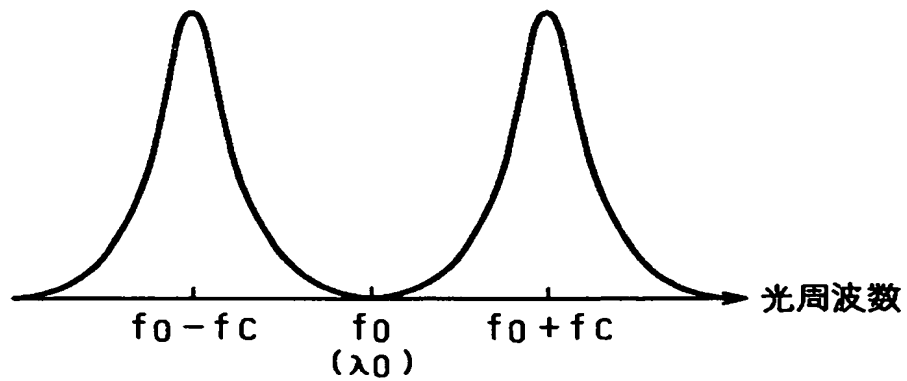
(a) 光変調部・出力光信号スペクトル



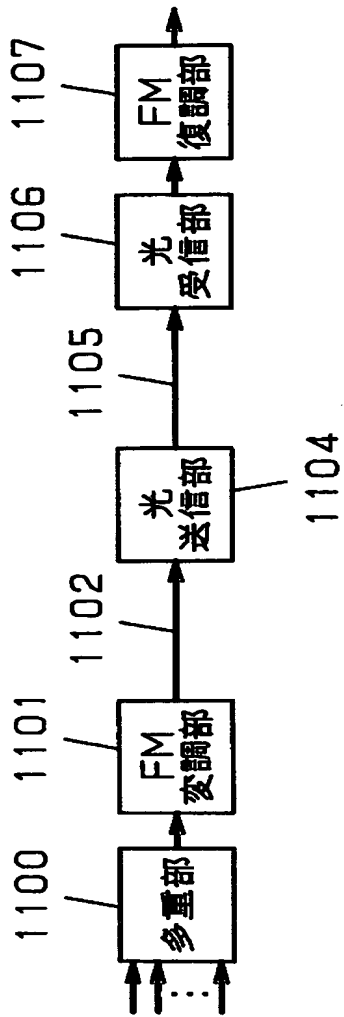
(b) 光分岐部・出力光（無変調光）スペクトル



(c) 光結合部・出力光信号スペクトル

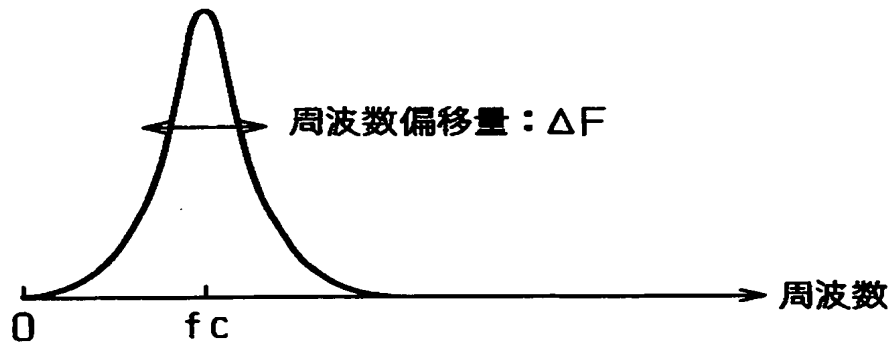


【図 1 1】

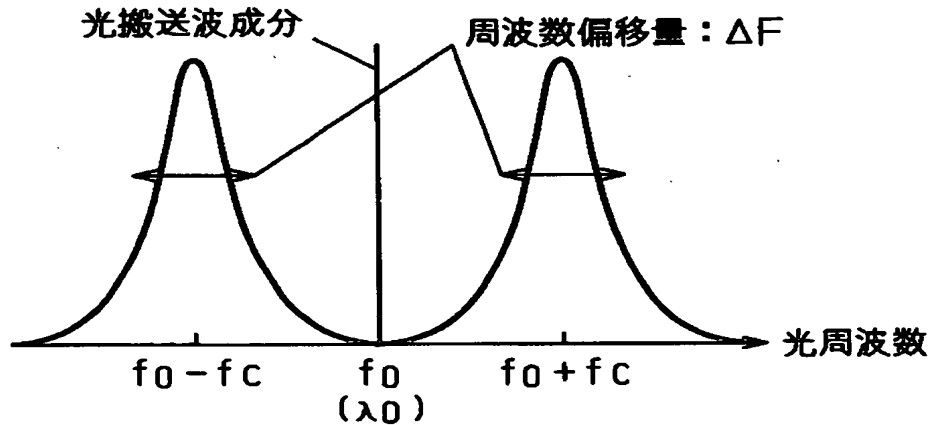


【図 12】

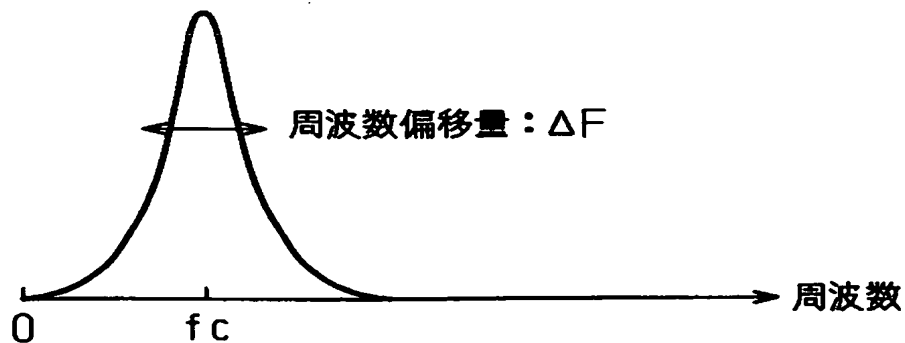
(a) FM変調信号スペクトル (FM変調部・出力信号)



(b) 光信号スペクトル (光送信部・出力信号)



(c) FM変調信号スペクトル (光受信部・出力信号)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 FM変調信号の狭帯域化と周波数偏移量の増大とを両立させ、品質の良好な信号伝送を実現する光伝送システムを提供することである。

【解決手段】 多重部 100 は、互いに異なる周波数の搬送波を有する複数信号を周波数多重し、出力する。FM変調部 101 は、この信号を元信号として、FM信号に変換する。分周部 408 は、このFM信号を $2n$ (n は、1 以上の整数) 分周する。光変調部 104 は、光源 103 から出力された無変調光を入力し、当該入力電圧対出力光電力特性において、出力光電力の最小点(電圧)にバイアスされ、これを中心として伝送部 102 を介し伝送されたFM信号を印加し、当該光搬送波成分を抑圧した光信号を生成する。光受信部 106 は、光伝送部 105 を介し伝送された光信号を自乗検波し、FM信号に再変換する。FM復調部 107 は、このFM信号を復調し、元の周波数多重信号を再生する。

【選択図】 図 4

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100097445

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業
株式会社 知的財産権センター

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業
株式会社内

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1006 番地 松下電器産業
株式会社内

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社